

# P NT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-023015

(43)Date of publication of application : 23.01.2002

(51)Int.Cl.

G02B 6/38  
G02B 6/32  
G02B 6/42  
H01L 31/0232  
H01L 33/00  
H01S 5/022

(21)Application number : 2000-207226

(71)Applicant : NIPPON HIYUMEN LENS KK  
JITSUNO TAKAHISA

(22)Date of filing : 07.07.2000

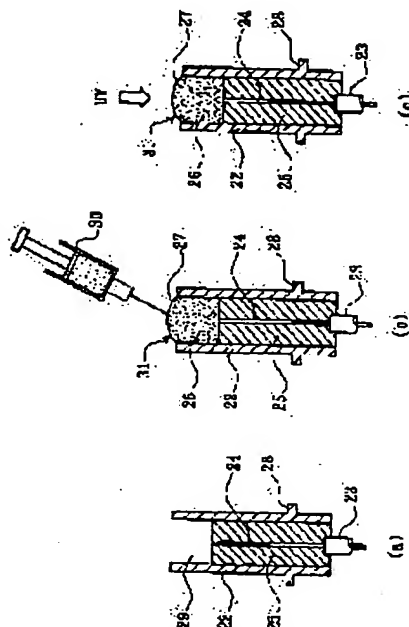
(72)Inventor : TOKUMURA KEIJI  
JITSUNO TAKAHISA

## (54) METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL FIBER CONNECTOR

### (57)Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for manufacturing an optical fiber connector, a method that brings high precision in the formation of a lens surface, and high quality as well as low cost of the product, and also that further simplifies the forming of the lens surface by eliminating a transfer body formed with a lens transfer surface.

**SOLUTION:** A core 24 derived from the end of an optical fiber 23 having a thin diameter core 24 is inserted into a tubular connector body 22, in the core part of which a resin 25 is filled to bury the core 24. Then, from the front end of the connector body 22, a ultraviolet ray curing resin 26 is injected into the space 29 in front of the core derived end by means of an exclusive jig 30 such as a syringe, forming a reservoir 31 of the ultraviolet ray curing resin 26. Subsequently, the reservoir 31 thus formed is irradiated with an ultraviolet ray UV in the front part. The ultraviolet ray curing resin 26 is hardened by this irradiation and formed with a lens surface 27 in the front.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

Best Available Copy

(2)

特開2002-23015

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 細径のコアを有する光ファイバの端部から導出したコアを筒状コネクタ本体に挿入し、そのコア導出端前方に位置する空間部に紫外線硬化樹脂材を注入して前記紫外線硬化樹脂材の溜まり部を形成した後、紫外線照射により紫外線硬化樹脂材を硬化させ、前記紫外線硬化樹脂材の前面にレンズ面を形成することを特徴とする光ファイバコネクタの製造方法。

【請求項2】 前記レンズ面の形成後、紫外線硬化樹脂材のレンズ面の透過波面をモニタリングしながら、そのモニタリング情報に基づいて前記レンズ面を短波長紫外線ビームの照射により非接触でエッチングして最適な透過波面となる形状に前記レンズ面を補正することを特徴とする請求項2記載の光ファイバコネクタの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光ファイバコネクタの製造方法に関し、特に、5～10ミクロン程度の細径のコアを持つ光ファイバの端部にレンズ面を形成する光ファイバコネクタの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、Single-Mode型（SM型）のガラス光ファイバが長距離幹線系に広く利用され、この種の光ファイバを用いた情報ネットワークの構築が目標とされている。ところで、前記SM型光ファイバは、そのコア径が5～10ミクロンと非常に細いものであるため、光ファイバの敷設に際しては、光ファイバを高精度に接続又は分岐する手段が必要である。

【0003】 その一つの手段として、光ファイバの接続又は分岐端部を位置決めするアクティブアライメント方式やパッシブアライメント方式がある。

【0004】 前者のアクティブアライメント方式は、発光或いは受光素子を動作させて光ファイバとの光結合を行い、発光素子の出力光を光ファイバに取り込んでモニタしながら、その光ファイバの出力光が最大となるように両者の相対位置を調整する方式である。しかしながら、この方式では、多くの調整時間を必要とするため、製品のコストダウンを実現することが困難であった。

【0005】 一方、後者のパッシブアライメント方式は、発光或いは受光素子を高精度の加工により製作することによって、素子を動作させてその光結合によりモニタする必要がないようにした方式である。この方式では、素子の位置合わせが不要となるが、素子個々の部品の精度が要求され高精度の加工が必要となつて、製品のコストアップを招く。

【0006】 このようにいずれの方式であっても光ファイバを高精度に接続又は分岐しようとする、製品のコストアップを招来するため、従来では、図6に示すような高精度な光ファイバコネクタ1を使用していた。

【0007】 同図に示す光ファイバコネクタ1は、金属

2

又は樹脂からなる筒状コネクタ本体2の後端にSM型光ファイバ3の端部を配置し、その端部から導出したコア4をコネクタ本体2に挿入してそのコネクタ本体2のコア部位にエポキシ樹脂等の樹脂材5を充填してコア4を埋設する。前記コネクタ本体2の前端には、樹脂材5に埋設された光ファイバ3のコア4の前方にある空間部6を介して、所定形状のレンズ面7を有する微小な非球面レンズ8が嵌着され、光ファイバ3のコア先端からの出力光を前記非球面レンズ8により平行光としている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、図6に示す従来の光ファイバコネクタ1では、光ファイバ3の先端からの出力光を平行光とするために、コネクタ本体2の前端に微小な非球面レンズ8を嵌着させた構造としている。この非球面レンズ8には、光ファイバ3のコア径が5～10ミクロンと極小であるため、通常、直径が1ミリ程度のものが使用される。

【0009】 このように直径が1ミリ程度の極小径の非球面レンズ8をコネクタ本体2に嵌め込もうとした場合、そのコネクタ本体2に挿着された光ファイバ3と非球面レンズ8との光軸合わせが非常に困難で、光軸ずれによる品質及び信頼性の低下や製品のコストアップを招来するという問題があった。

【0010】 この問題点を解消するため、本出願人は、例えばSM型光ファイバのようなコア径の小さい光ファイバに適用できる高精度な光ファイバコネクタおよびその製造方法を先に提案した（特開平9-15448号公報）。

【0011】 この光ファイバコネクタ11は、図7に示すように金属又は樹脂からなる筒状コネクタ本体12の後端にSM型光ファイバ13の端部を配置し、その端部から導出したコア14をコネクタ本体12に挿入してそのコネクタ本体12のコア部位にエポキシ樹脂等の樹脂材15を充填してコア14を埋設し、コネクタ本体12の前端でコアの前方部位に充填された紫外線硬化樹脂材16でレンズ面17を一体に形成した構造を有する。

【0012】 また、その製造方法は、図8（a）に示すように細径のコア14を有する光ファイバ13の端部から導出したコア14をコネクタ本体12に挿入し、そのコア導出端の前方部位に紫外線硬化樹脂材16を注入・充填した後、レンズ転写面19を形成した転写体20を前記紫外線硬化樹脂材16の前面に押し当てた状態で、同図（b）に示すように前記転写体20を透過させた紫外線UVの照射により紫外線硬化樹脂材16を硬化させ、前記レンズ転写面19により紫外線硬化樹脂材16の前面にレンズ面17を転写するようにしている。

【0013】 このようにレンズ面17を紫外線硬化樹脂材16によりコネクタ本体12と一体的に形成することで、前記レンズ面17の転写及びコネクタ本体12との一体化ができてレンズ面17の形成の簡略化および高精

(3)

特開2002-23015

3

度化、製品の高品質化およびコスト低減化を図ることができる。

【0014】しかしながら、前述した製造方法では、コネクタ本体12の端部に注入・充填された紫外線硬化樹脂材16の前面にレンズ面17を形成するため、レンズ転写面19を形成した転写体20のような専用の治具が必要である。また、その転写体20を紫外線硬化樹脂材16の前面に押し当てる作業も必要であり、そのような作業工程が複雑なものになるという点で改善が望まれていた。

【0015】そこで、本発明は前記改善点に鑑みて提案されたもので、その目的とするところは、レンズ面の形成の高精度化、製品の高品質化、コスト低減化を図るだけでなく、レンズ転写面を形成した転写体を不要としてレンズ面形成をより一層簡略化し得る光ファイバコネクタの製造方法を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するための技術的手段として、請求項1に係る発明は、細径のコアを有する光ファイバの端部から導出したコアを筒状コネクタ本体に挿入し、そのコア導出端前方に位置する空間部に紫外線硬化樹脂材を注入して前記紫外線硬化樹脂材の溜まり部を形成した後、紫外線照射により紫外線硬化樹脂材を硬化させ、前記紫外線硬化樹脂材の前面にレンズ面を形成することを特徴とする。

【0017】請求項1の発明では、コネクタ本体内のコア導出端前方に位置する空間部に紫外線硬化樹脂材を注入して前記紫外線硬化樹脂材の溜まり部を形成した後、紫外線照射により紫外線硬化樹脂材を硬化させるだけで、前記紫外線硬化樹脂材の前面にコネクタ本体と一体化したレンズ面を簡易に形成することができ、レンズ面の形成の高精度化、製品の高品質化、コスト低減化が図れるだけでなく、レンズ転写面が形成された転写体が不要となってレンズ面形成のより一層の簡略化が図れる。

【0018】なお、請求項1の発明において、レンズ面の形成後、紫外線硬化樹脂材のレンズ面の透過波面をモニタリングしながら、そのモニタリング情報に基づいて前記レンズ面を短波長紫外線ビームの照射により非接触でエッチングして最適な透過波面となる形状に前記レンズ面を補正することが望ましい（請求項2）。

【0019】このように紫外線硬化樹脂材のレンズ面の透過波面をモニタリングしながら、そのモニタリング情報に基づいて前記レンズ面を短波長紫外線ビームの照射により非接触でエッチングすることにより、最適な透過波面をリアルタイムで目標として設定することができて光軸合わせやレンズ面の調整が容易に行なえる。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明の実施形態を以下に詳述する。

【0021】この実施形態で製作される光ファイバコネ

4

クタ21は、図2に示すような構造を有する。つまり、金属又は樹脂からなる筒状コネクタ本体22の後端にS M型光ファイバ23の端部を配置し、その端部から導出したコア24をコネクタ本体22に挿入してそのコネクタ本体22のコア部位にエポキシ樹脂等の樹脂材25を充填してコア24を埋設する。前記コネクタ本体22の前端には、光ファイバ23のコア先端面と接合するようにして充填された紫外線硬化樹脂材26の前面にレンズ面27を形成し、光ファイバ23のコア先端からの出力光を図示破線矢印で示すように前記レンズ面27により平行光としている。尚、図中、28は前記コネクタ本体22の外周に一体的に形成された位置決め用フランジである。

【0022】この光ファイバコネクタ21、特に、前記紫外線硬化樹脂材26のレンズ面27は、以下に説明する方法によって形成される。

【0023】図1(a)に示すようにコネクタ本体22の後端に光ファイバ23の端部を配置し、その端部から導出したコア24をコネクタ本体22に挿入してそのコネクタ本体22のコア部位にエポキシ樹脂等の樹脂材25を充填してコア24を埋設したものを用意する。紫外線硬化樹脂材26は、紫外線UVの照射により硬化する性質を有すると共に、流動性があるため狭小な空間へ注入することができる素材であることを必要とする。

【0024】そして、同図(b)に示すように前記コネクタ本体22の前端からコア導出端前方に位置する空間部29に紫外線硬化樹脂材26を注射器などの専用治具30により注入して紫外線硬化樹脂材26の溜まり部31を形成する。この紫外線硬化樹脂材26の注入量および表面張力などの諸条件を適宜設定することにより、コネクタ本体22の前端には、紫外線硬化樹脂材26の表面張力により所望の凸面形状を有する溜まり部31を得ることができる。例えば前記表面張力の大きい紫外線硬化樹脂材26を使用すれば、曲率が小さい凸面形状となり、逆に表面張力の小さい紫外線硬化樹脂材26を使用すれば、曲率が大きい凸面形状となる。

【0025】その後、同図(c)に示すようにコネクタ本体22の前端に形成された紫外線硬化樹脂材26の溜まり部31の前面に紫外線UVを照射する。この紫外線UVの照射により紫外線硬化樹脂材26を硬化させ、その紫外線硬化樹脂材26の前面にレンズ面27を形成する。

【0026】尚、前述では、コネクタ本体22の前端を上向きにした状態で、紫外線硬化樹脂材26をコネクタ本体22の前端内の空間部29に注入していたが、コネクタ本体22が微小な寸法形状のものであり、かつ、紫外線硬化樹脂材26の表面張力があるため、コネクタ本体22の前端を下向きにした状態であっても、紫外線硬化樹脂材26の注入が可能である。この場合、コネクタ本体22の前端を上向きにした状態の場合より、紫外線

(4)

特開2002-23015

5

6

硬化樹脂材26の溜まり部31は、その自重により曲率が大きい凸面形状となる。したがって、曲率が大きい凸面形状のレンズ面27を形成する場合には、コネクタ本体22の前端を下向きにした状態で紫外線硬化樹脂材26を注入する手法が好適である。

【0027】この紫外線硬化樹脂材26のレンズ面27を形成した後において、そのレンズ面27の光軸合わせやレンズ面27の調整などによるレンズ面27の補正が必要となる場合は、以下の要領にて行なえばよい。尚、図3は前記レンズ面27の補正を実施するための装置例を示す。

【0028】まず、図3に示すように前述のようにして製作された光ファイバコネクタ21を適宜の手段により位置決め固定し、その前方にレーザ発振器32を配置すると共に、そのレーザ発振器32との間にハーフミラー33を配置する。一方、前記光ファイバコネクタ21の後端から延びる光ファイバ23を分岐させて前記光ファイバコネクタ21と平行に配置し、その分岐した光ファイバ34の前方に、その光ファイバ先端からの出力光を平行光とするコリメータレンズ35を配置し、ハーフミラー36を介してカメラ37を配置する。尚、図中、38は前記カメラ37の出力に基づいてレーザ発振器32を制御して所望の加工を実行する加工コントローラである。

【0029】前記レーザ発振器32は、例えば110～220nmの短波長を有する紫外線レーザを光源とするもので、その紫外線レーザとしては、具体的に、193nmの短波長のArFからなるエキシマレーザや153nmの短波長のフッ素レーザが好適であり、その他水素レーザ等が使用可能である。尚、前記レーザ発振器以外にも、ArF紫外線ランプ等の紫外線ランプを光源として紫外線ビームを照射する構造のものであっても使用可能である。また、空気中での吸収が大きい真空紫外線光源を使用する場合には、系全体を容器の中に設置し、Arガス等でガス置換するか真空中に排気して使用する。

【0030】上記構成において、まず、光ファイバ23、34に、その用途に応じた波長を有するレーザ光、例えば赤色光(633nm)又は緑色光(543nm)のHe-Neレーザ等の光源からのレーザ光を導入する。このようにして光ファイバコネクタ21の光ファイバ23から紫外線硬化樹脂材26のレンズ面27を介して出る出力光Laを測定サンプル光とし、また、光ファイバ34からコリメータレンズ35を介して出る出力光Lbを参照光としてハーフミラー33、36により合わせて干渉させ、その二つの光La、Lbの干渉をカメラ37で撮像する。ここで、前記コリメータレンズ35により光ファイバ34の出力光(参照光)Lbを平行光とすることにより、光ファイバコネクタ21からの出力光(測定サンプル光)Laが平行光であるか否かを判定できる。

【0031】そして、前記カメラ37からの撮像信号を加工コントローラ38で画像処理し、光ファイバコネクタ21における紫外線硬化樹脂材26のレンズ面27の透過波面をモニタリングする。尚、このモニタリングは、加工コントローラ38に付設されたディスプレイ装置(図示せず)に画面表示することが可能である。このように光ファイバコネクタ21における紫外線硬化樹脂材26のレンズ面27の透過波面をモニタリングしながら、加工コントローラ38から出力される制御信号に基づいて、レーザ発振器32から照射される短波長紫外線レーザLoにより前記レンズ面27を非接触でエッチングして最適な透過波面となる形状に表面加工することによって、レンズ面27の光軸合わせやレンズ面の調整などのレンズ面27の補正を容易に行なうことができる。

【0032】また、前記レンズ面27の波面測定は、図4に示すようにシャックハルトマン波面計測器39を利用することも可能である。このシャックハルトマン波面計測器39は、原理的に、多数のマイクロレンズを配置したレンズアレイと、そのレンズアレイの各マイクロレンズによる測定光のそれぞれの結像位置を記録するカメラ等で構成される。マイクロレンズは、測定光線の形状にあわせて空間分解能の高いものやダイナミックレンジの広いものを選定すればよい。

【0033】このシャックハルトマン波面計測器39の動作原理は以下の通りである。

【0034】まず、図4に示すようにレーザ光を導入する。このようにして光ファイバコネクタ21の光ファイバ23から紫外線硬化樹脂材26のレンズ面27を介して出る出力光(測定光)Laをハーフミラー33を介してシャックハルトマン波面計測器39に入射させる。このシャックハルトマン波面計測器39内のレンズアレイでは、それぞれのマイクロレンズの焦点位置が光軸上で点像を結び、その出力光(測定光)Laの結像位置を基準としてカメラにより記録する。

【0035】ここで、シャックハルトマン波面計測器39では、必要とするレンズ面の基準データに基づいてマイクロレンズによる結像位置が予め設定されているので、その基準データによる結像位置と測定光の結像位置との差から波面を測定する。この結像位置のずれ(ずれ量とずれ方向)は、波面の傾きに対応しており、加工コントローラ38により光ファイバコネクタ21における紫外線硬化樹脂材26のレンズ面27の透過波面をモニタリングする。

【0036】このように光ファイバコネクタ21における紫外線硬化樹脂材26のレンズ面27の透過波面をモニタリングしながら、加工コントローラ38から出力される制御信号に基づいて、レーザ発振器32から照射される短波長紫外線レーザLoにより前記レンズ面27を非接触でエッチングして最適な透過波面となる形状に表面加工することによって、レンズ面27の光軸合わせや

(5)

特開2002-23015

7

レンズ面の調整などのレンズ面27の補正を容易に行なうことができる。

【0037】図5(a)は、前述した一方の光ファイバコネクタ21とほぼ同一構造の他方の光ファイバコネクタ41との接続状態を示す。他方の光ファイバコネクタ41は、同図に示すようにコネクタ本体42の紫外線硬化樹脂材46の前方部を延在させた連結部40を有する。この他方の光ファイバコネクタ41の連結部40に一方の光ファイバコネクタ21を内挿することにより、二つの光ファイバ23、43が、レンズ面27、47間での平行光を介して同軸的に接続された状態となる。

【0038】図5(b)は、光ファイバコネクタ21と発光又は受光素子51との接続状態を示す。同図に示すように発信器又は受信器52には、内蔵された発光又は受光素子51の取り付け部位に連結部50が形成されている。その発信器又は受信器52の連結部50に光ファイバコネクタ21を内挿することにより、光ファイバ23がレンズ面27での平行光を介して発光又は受光素子51と光学的に接続された状態となる。

【0039】

【発明の効果】本発明によれば、コネクタ本体内のコア導出端前方に位置する空間部に紫外線硬化樹脂材を注入して前記紫外線硬化樹脂材の溜まり部を形成した後、紫外線照射により紫外線硬化樹脂材を硬化させるだけで、前記紫外線硬化樹脂材の前面にコネクタ本体と一体化したレンズ面を簡易に形成することができ、レンズ面の形成の高精度化、製品の高品質化、コスト低減化が図れるだけでなく、レンズ転写面が形成された転写体のような専用治具が不要となって、レンズ面形成のより一層の簡略化が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光ファイバの製造方法の実施形態を説明するためのもので、(a)は光ファイバのコアを樹脂材に埋設したコネクタ本体を示す断面図、(b)は\*

8

\* (a) のコネクタ本体に紫外線硬化樹脂材を注入する状態を示す断面図、(c) は (b) の紫外線硬化樹脂材に紫外線を照射して硬化させた状態を示す断面図である。

【図2】本発明の製造方法により製作された光ファイバコネクタを示す断面図である。

【図3】本発明方法により製作された光ファイバコネクタにおけるレンズ面の補正を実施するための装置例を示す概略構成図である。

【図4】本発明方法により製作された光ファイバコネクタにおけるレンズ面の補正を実施するための他の装置例を示す概略構成図である。

【図5】本発明の光ファイバコネクタの使用例を説明するためのもので、(a) は光ファイバ同士を接続する場合を示す断面図、(b) は発信器または受信器に取り付ける場合を示す断面図である。

【図6】光ファイバコネクタの従来例を示す断面図である。

【図7】本出願人が先に提案した光ファイバコネクタを示す断面図である。

20 【図8】本出願人が先に提案した光ファイバコネクタの製造方法を説明するためのもので、(a) はコネクタ本体に紫外線硬化樹脂材を充填した状態を示す断面図、(b) は転写体により紫外線硬化樹脂材の前面にレンズ面を転写する状態を示す断面図である。

【符号の説明】

21 光ファイバコネクタ

22 筒状コネクタ本体

23 光ファイバ

24 コア

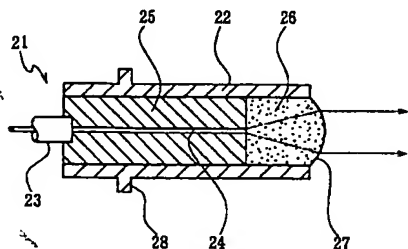
30 26 紫外線硬化樹脂材

27 レンズ面

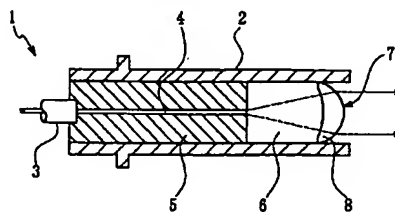
29 空間部

31 溜まり部

【図2】



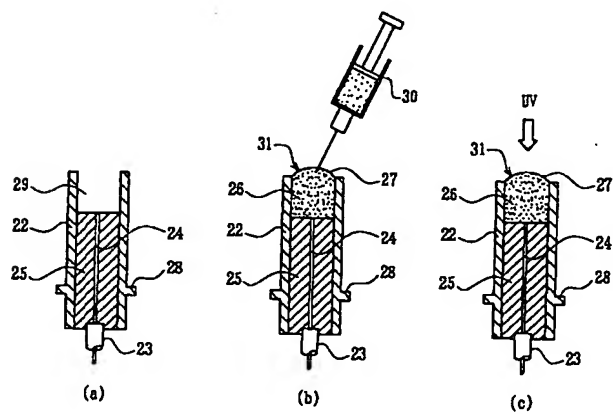
【図6】



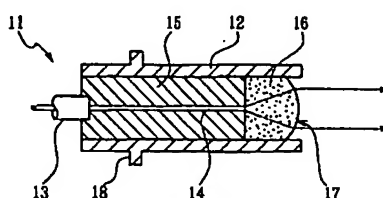
(6)

特開2002-23015

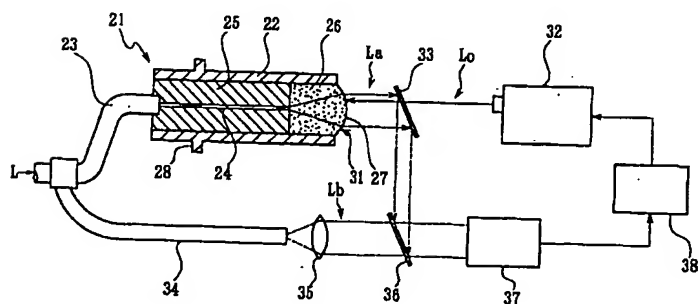
【図1】



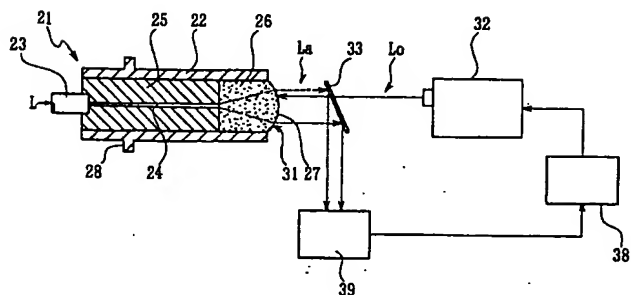
【図7】



【図3】



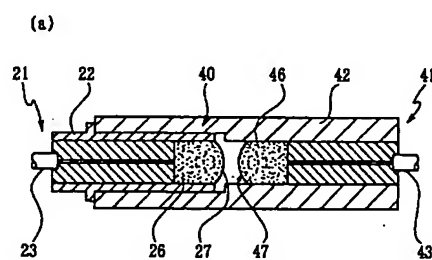
【図4】



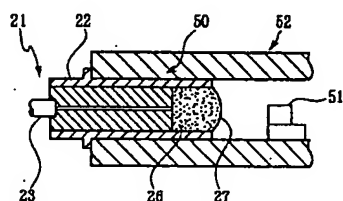
(7)

特開2002-23015

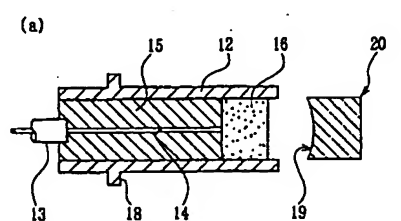
【図5】



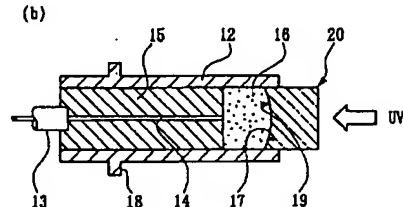
(b)



【図8】



(b)



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

H01S 5/022

識別記号

F I

H01L 31/02

キーワード(参考)

C

(72)発明者 實野 孝久

大阪府吹田市山田丘2-6 大阪大学レー  
ザー核融合研究センター内

Fターム(参考) 2H036 QA18 QA19 QA27 QA28 QA45

QA47

2H037 AA01 BA03 BA12 BA32 CA13

DA03 DA04 DA05 DA06 DA13

DA15

5F041 EE04 EE12 FF14

5F073 AB28 FA06

5F088 BA16 BB01 JA12 JA14

Best Available Copy